

Veera Lintola

Paistolaitteen paistoajan ja lämpötilan vaikutukset jauhelihan aistinvaraisiin ominaisuuksiin

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Bio- ja elintarviketekniikka

Insinöörityö

30.10.2017

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Veera Lintola Paistolaitteen paistoajan ja lämpötilan vaikutukset jauhelihan aistinvaraisiin ominaisuuksiin 23 sivua + 1 liite 30.10.2017
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Bio- ja elintarviketekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Elintarviketekniikka
Ohjaaja(t)	Tuotepäällikkö, Tom Tapper Lehtori, Pia Laine
<p>Tässä työssä tarkasteltiin asiakasyrityksen sous vide -linjalle hankitun uuden paistolaitteen toimintaa. Insinöörintyön tavoitteena oli tarkastella laitteen eri parametrien (paistoajan ja -lämpötilan) vaikutusta naudan jauhelihan aistinvaraisiin ominaisuuksiin (väri, rasvaisuus ja rakenne). Tavoitteena oli myös optimoida laitteen toimintaa.</p> <p>Tarkasteltavalla paistolaitteella paistetaan öljyssä erilaisia lihatuotteita. Paiston jälkeen tuotteet vakuumpakataan ja kypsennetään sous vide -menetelmällä. Sous vide-kypsennyksessä paistetut vakuumpakatut tuotteet kuumennetaan hitaasti vesihauteessa tai autoklaavissa 60 – 90 °C:seen ja sen jälkeen jäähdytetään nopeasti. Aistinvaraisen arvioinnin raati arvioi paistetun ja sous vide -kypsennetyn jauhelihan aistinvaraisista ominaisuuksista väriä, rakennetta ja rasvaisuutta. Arvioinnin näytteet valmistettiin suomalaisesta naudanjauhelihasta, jossa oli 10 % rasvaa. Työn toteuttamista varten tehtiin koesuunnitelma. Kokeissa testattavat muuttujat olivat paisto aika ja -lämpötila. Jauhelihanäytteitä arvioitiin aistinvaraisesti ja tätä varten laadittiin lomakkeet, joihin näytteiden arviot merkittiin 9-portaisille semistrukturoiduille luokka-asteikoille. Raadin arvioinnin tulokset koodattiin, ja analysoitiin tilastollisilla menetelmillä. Koesuunnittelun keinoin luotiin malli, jolla pyrittiin tarkastelemaan kokeissa käytettyjen muuttujien riippuvuutta toisistaan. Mallin merkitsevyyttä tarkasteltiin regressioanalyysillä.</p> <p>Regressioanalyysin tulosten mukaan koesuunnittelussa luotu malli ja sen tunnusluvut eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.</p> <p>Regressioanalyysin perusteella voitiin päätellä, että käytetty malli ei selittänyt vaihtelua aistinvaraisen arvioinnin tuloksissa. Paistolaitteen parametrien (paistoajan ja -lämpötilan) muutosten vaikutuksia paiston lopputulokseen ei voitu todentaa. Optimointi paistoajan ja -lämpötilan suhteen ei siis onnistunut. Hyvin todennäköisesti testien tuloksiin vaikuttivat huomattavasti muut muuttujat, joita ei tässä työssä pystytty ottamaan huomioon. Jatkotutkimusta voisi tehdä näistä nyt poisjätetyistä muuttujista (mm. massan lämpötilan ja raekoon vaikutukset). Voitiin myös päätellä, että pelkkien paistoajan ja paistolämpötilan muutoksilla ei voida saada aikaan lopputuotteen aistinvaraiseen laatuun vaikuttavia merkitseviä eroja. Asiakasyrityksen kannalta tämän voisi tulkita siten, että prosessi on vakaa, koska vaihtelut testatuissa muuttujissa eivät vaikuta merkitsevästi lopputuotteeseen.</p>	
Avainsanat	aistinvarainen arviointi, jauheliha, paistaminen, koesuunnittelu, sous vide

Author(s) Title Number of Pages Date	Veera Lintola Effects of the frying machine's frying time and temperature on the sensory qualities of minced beef 23 pages + 1 appendices 30 th October 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Biotechnology and Food Engineering
Specialisation option	Food engineering
Instructor(s)	Tom Tapper, Product Manager Pia Laine, Lecturer
<p>The purpose for this thesis was to examine the function of a new frying machine by designing experiments and conducting sensory evaluation. The thesis was done for a client company. A sensory evaluation panel was formed in the company. The goal was to optimize, in other words, to find the best settings for the new frying machine in order to achieve the best possible sensory qualities for the end product.</p> <p>In the company, the new frying machine is used for frying different meat products prior to sous vide cooking. Sous vide is a method where (prefried) vacuum packed products are slowly cooked in a water bath till a temperature of 60 – 90 °C is reached and then quickly cooled. A sensory evaluation panel assessed the sensory properties of prefried and sous vide cooked minced beef with 10% fat. The properties of the cooked minced beef assessed were colour, texture and oiliness. A CC model was designed for the tests. The tested factors were frying time and frying temperature. Samples were taken from the company's sous vide production line in accordance with the designed statistical model. The panel's sensory evaluation scores were marked on forms with 9 point semistructured scales. The scores were coded for statistical analysis. A model was created and its statistical significance was studied with regression analysis.</p> <p>According to the regression analysis, the model and its key figures were not statistically significant. The conclusion after studying the regression analysis was that the model used in the design of experiments did not explain the variance in sensory evaluation scores. The effect of changes in the parameters (frying time and temperature) could not be verified. The optimization of the machines function did not succeed. Most likely the outcomes of the tests were influenced by other factors, which had been impossible to include in the statistical model. Further studies of these other factors (e.g. mass starting temperature and particle size) could be made in the future. Another conclusion was that statistically significant differences could not be created in the end product by changing just the two factors studied in this work. In the client company, this might be interpreted as the process being stable: The variance in the frying settings did not influence the end product's sensory qualities with statistical significance.</p>	
Keywords	sensory evaluation, minced meat, frying, design of experiments, sous vide

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Lämmön vaikutus lihaan	2
2.1	Raa'an lihan väri	2
2.2	Lämmön vaikutus lihan väriin	3
2.3	Lämmön vaikutus lihan makuun	5
2.4	Lämmön vaikutus lihan rakenteeseen	5
2.5	Maillardin reaktio	6
3	Lihaa paistaminen	7
3.1	Paistamismenetelmät teollisuudessa	7
3.2	Sous vide	8
4	Materiaalit ja menetelmät	10
4.1	Esikokeet	10
4.2	Paistolaitte	12
4.3	Aistinvarainen arviointi	12
4.4	Tulosten keruu ja analysointi	13
4.5	Koesuunnittelu	14
4.5.1	Koeasetelman valinta ja tekijät	14
4.5.2	Koeasetelma	15
4.5.3	Koesuunnitelman toteutus	15
5	Tulokset ja niiden tarkastelu	17
5.1	Paistoajan ja paistolämpötilan vaikutus jauheliha-näytteiden aistinvaraiseen laatuun	17
5.2	Regressiomallin toimivuus	17
5.3	Havaintoja paistolaitteen toiminnasta	19
6	Yhteenveto	20
	Lähteet	22
	Liitteet	
	Liite 1. Aistinvaraisen arvioinnin lomake	

1 Johdanto

Työn toimeksiantajana oli suomalainen elintarvikealan yritys, joka halusi yrityssalaisuuden ylläpitämiseksi pysyä nimettömänä. Yritykseen hankittiin vuoden 2016 lopussa uusi sous vide -linjaston paistolaitte. Laitetta käytetään lihan esipaistamiseen ennen sous vide kypsennystä. Sous vide kypsennyksessä paistetut vakuumpakatut tuotteet kuumennetaan hitaasti vesihauteessa tai autoklaavissa 60–90 °C:seen ja sen jälkeen jäähdytetään nopeasti. Uudella laitteella pyrittiin parantamaan yrityksen *käyttövalmiit kypsät lihat* -tuoteryhmän aistinvaraisesti arvioitavaa laatua. Paistolaitte on täysin uudenlainen, eikä sen käytöstä ollut aikaisempaa kokemusta yrityksessä. Tämän insinööritoiminnan tavoitteena oli arvioida paistolaitteen paistoajan ja lämpötilan säätöjen vaikutusta lopputuotteen aistinvaraisiin ominaisuuksiin (väri, rakenne ja rasvaisuus). Tuorila ja Appelbyen mukaan (2005: 119) aistittavan laadun arviointia tarvitaan oleellisena osana laadun tarkkailua elintarviketeollisuudessa, eikä sitä korvaavia nopeita kemiallis-fysikaalisia menetelmiä usein ole käytettävissä.

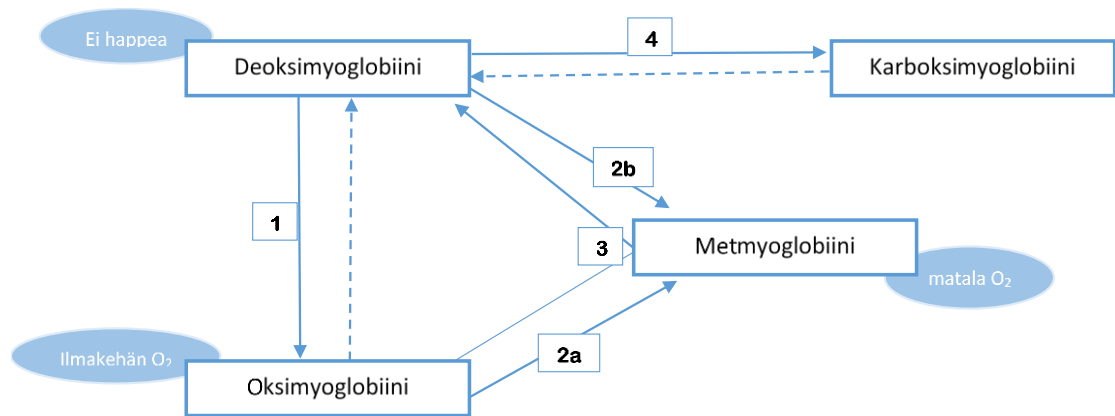
Insinööritoiminnan teoriaosassa kerrotaan lihan väristä ja siihen vaikuttavista asioista. Työn kokeellisessa osassa laadittiin koesuunnitelma, otettiin linjalta suunnitelman mukaisia näytteitä, koottiin aistinvaraisen arvioinnin raati yrityksen sisältä, järjestettiin arvioinnit, sekä analysoitiin arviointien tuloksia tilastollisilla menetelmillä.

2 Lämmön vaikutus lihaan

2.1 Raa'an lihan väri

Liha punainen väri johtuu myoglobiinista. Myoglobiini on vesiliukoinen proteiini, jota tarvitaan lihasten aerobisessa aineenvaihdunnassa. Mitä enemmän lihassa on myoglobiinia, sitä punaisempaa se on. Eläimen ikä ja ruhonosa vaikuttavat myoglobiinin määrään. Myös lihan pH-arvo ja teurastuksen jälkeiset tapahtumat vaikuttavat lihan väriin. (Remes 2013: 161–162.) Myoglobiinin punainen väri on peräisin sen sisältämästä raudasta. Raudan kemiallinen tila (hapettuminen/pelkistyminen) sekä yhdisteet, jotka ovat kiinnittyneinä rauta-atomiin, vaikuttavat myoglobiinin, ja siten lihan punaisuuteen. (Boles & Pegg 2016: 1–2.)

Myoglobiini muuttuu ympäristön muutosten mukaan mm. oksimyoglobiiniksi, deoksimyoglobiiniksi, karboksimyoglobiiniksi tai metmyoglobiiniksi. Värimuutokset voivat olla sekä palautuvia, että palautumattomia. Kuvassa 1 nähdään kyseiset muutokset. Hapettomassa tilassa myoglobiini on deoksimyoglobiinia, ja liha on väriltään tummanpurppuraa. Kuvan 1 kohdassa 1 näytetään muutos hapen sitoutuessa myoglobiinin rauta-atomiin. Silloin muodostuu oksimyoglobiinia, ja tämä muuttaa lihan värin helakanpunaiseksi. Liha muuttuu ruskeaksi tai harmaaksi, kun molekyylin rautaioni luovuttaa elektronin, eli hapettuu kahdenarvoisesta kolmenarvoiseksi ja kun hapen määrä vähenee tai on matala. Tämä tapahtuu kuvan 1 kohdissa 2a ja 2b. Reaktion tuloksena muodostuu metmyoglobiinia. Liha voi muuttua kirkkaan punaisesta harmaan kautta tumman punaiseksi, jos oksimyoglobiini pelkistyy ensin metmyoglobiiniksi ja edelleen hapen poistuessa deoksimyoglobiiniksi. Tämä on kuvattu kuvan 1 kohdassa 3. Karboksimyoglobiinia taas syntyy, kun kuvan 1 kohdassa 4 myoglobiini reagoi hiilimonoksidin kanssa. Liha muuttuu tällöin kirkkaan punaiseksi. (Mancini & Hunt 2005: 102.) Myoglobiiniin vaikuttaa myös lihatuotteeseen lisätty punaista väriä muodostava natriumnitriitti, sekä bakteeritoiminta, joka voi muuttaa väriä vihreän, harmaan tai keltaisen sävyiksi (Remes 2013: 162).



Reaktiot:

1: Hapen vaikutus. $\text{Deoksi-myoglobiini} + \text{O}_2 \rightarrow \text{oksi-myoglobiini}$

2a: Hapettuminen. $\text{Oksi-myoglobiini} + [\text{O}_2 \text{ kulutus tai matala } \text{O}_2 \text{ osapaine}] \text{ sekä } e^- \text{ luovutus} \rightarrow \text{met-myoglobiini}$

2b: Hapettuminen. $[\text{Deoksi-myoglobiini} - \text{hydroksyyli-ioni} - \text{vetyionikompleksi}] + \text{O}_2 \rightarrow \text{met-myoglobiini} + \text{O}_2^-$

3: Pelkistyminen. $\text{Met-myoglobiini} + \text{O}_2 \text{ kulutus} + \text{met-myoglobiinin pelkistävä vaikutus} \rightarrow \text{deoksi-myoglobiini}$

4: Karboksi-myoglobiinin muodostuminen. $\text{Deoksi-myoglobiini} + \text{CO} \rightarrow \text{karboksi-myoglobiini}$

Kuva 1. Myoglobiinin muuttuminen hapetus- ja pelkistysreaktioissa. (Mancini & Hunt 2005: 102)

2.2 Lämmön vaikutus lihan väriin

Kun lämpötilaa nostetaan, lihan proteiinit alkavat denaturoitua. Denaturoituminen alkaa muuttaa myoglobiinin väriä punaisesta harmaaksi, koska molekyylin rautaosa hapettuu. Värimuutos alkaa +40 °C:ssa. Liha on muuttunut kokonaan ja peruuttamattomasti harmaaksi, kun lämpötila on noussut 80 °C:seen. Kokolihatuotteeseen lisätty natriumnitriitti säilyttää lihan punaisen värin kypsennettäessä, koska se stabiloi myoglobiinin rauta-atomin sitoutuessaan siihen. (McGee 2004: 174; Remes 2013: 162; Suman ym. 2016: 5, 7–9.)

Liha värimuutokseen kypsennyksessä vaikuttavat lihan pH, myoglobiinin hapetusaste, ja Maillardin reaktio. Korkeampi lihan pH (>6) stabiloi myoglobiinia niin, että se denaturoituu hitaammin kuumennettaessa. Tällöin liha pysyy kypsennettäessä punaisempana pidempään. Myoglobiinin hapetusaste vaikuttaa siten, että metmyoglobiini ja oksimyoglobiini denaturoituvat nopeammin kuin deoksi-myoglobiini ja karboksi-myoglobiini. Tämä tarkoittaa värin muuttumista punaisesta harmaaksi sitä nopeammin, mitä enemmän kypsennettävässä lihassa on metmyoglobiinia ja

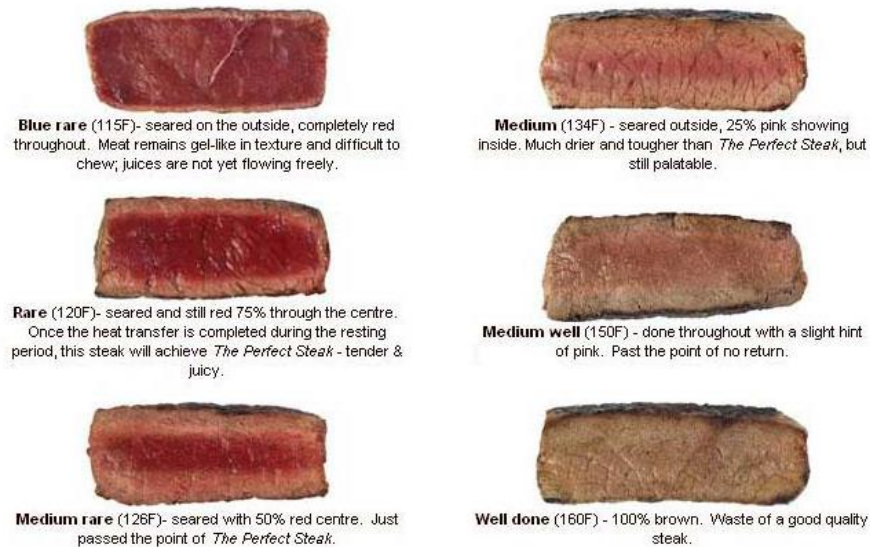
oksimyoglobiinia. Maillardin reaktio tuottaa ruskeita värisävyjä ja tapahtuu lihan pinnassa eikä vaikuta lihan sisäosan väriin. Maillardin reaktiosta kerrotaan lisää luvussa 2.3. (Boles & Pegg: 1–4; Mancini & Hunt 2005: 101–103; Remes 2013: 161–162; Suman ym. 2016: 1–9.)

Lihan värimuutokset korreloivat lihan kypsyyssasteiden kanssa. Eri kypsyyssasteille on ruoanlaitossa omat nimityksensä, jotka vastaavat eri lämpötiloja. Taulukossa 1 on esitelty yleisesti käytetyt nimitykset ja niitä vastaavat lämpötilat. Lihan kypsyyssaste nimetään ravintola-alalla perinteisesti englanniksi, joten tässäkin taulukossa nimet ovat englanniksi.

Taulukko 1. Yleisessä käytössä olevat lihan eri kypsyyssasteiden nimet

Nimitys (englanniksi)	Lämpötila
Extra-rare or Blue	≤45 °C
Rare	48–52 °C
Medium rare	52–55 °C
Medium	55–60 °C
Medium well	60–70 °C
Well done	>71 °C
Overcooked	>100 °C

Kuvassa 2 on esitetty pihvilihan värin muuttuminen eri lämpötiloissa (Viitattu 4.8.2016. Saatavissa <http://chicolockersausage.com/2012/01/27/fun-meat-fact-friday-internal-temperatures-and-meat-me-updates>). Kuvasta nähdään, miten lihan väri muuttuu punaisesta harmaaksi kypsymisen aiheuttaman värimuutoksen edetessä ulkoa sisäänpäin. Extra rare -pihvi on täysin punainen. Värimuutos etenee asteittain, ja well done -pihvi on muuttunut kauttaaltaan harmaaksi.



Kuva 2. Pihvilihan väri eri lämpötiloissa

2.3 Lämmön vaikutus lihan makuun

Lihan kypsennys vahvistaa sen makua ja tuo siihen aromeja, joita raakassa lihassa ei ole. Kevyt kypsennys jättää lihan mehukkaaksi, ja pureskellessa vapautuva neste tuo runsaasti aromikkaita yhdisteitä kielelle. Kuivaksi kypsennetyssä lihassa tätä mekanismia ei tapahdu, joten makukin jää miedommaksi. Lihan pinnan paahtuminen rapeaksi luo paljon erilaisia Maillardin reaktion ja karamelisoitumisen tuottamia makuyhdisteitä. (McGee 2004: 148)

2.4 Lämmön vaikutus lihan rakenteeseen

Lihan tärkeimmät rakenneaineet ovat kosteus (n. 75 % painosta), lihassytt ja sidekudos. Raakana liha on rakenteeltaan sitkeää, pehmeää ja liukasta. Kypsytyks muuttaa rakennetta jähmeämmäksi, ja neste alkaa vapautua: Lihasta tulee ensin mehukasta. Kypsennyksen jatkuessa ja lihan proteiinien denaturoituessa liha luovuttaa lopulta lähes kaiken sisältämänsä kosteuden ja kuivuu. Tuntikausien kypsennyksen jälkeen lihassytt irtoavat toisistaan ja sidekudokset pehmenevät. Sitkeäkin liha alkaa hajota hienojakoisiksi säikeiksi. Tällöin liha saattaa olla liian kuivaa ollakseen enää maukasta. (McGee 2004: 150.)

2.5 Maillardin reaktio

Maillardin reaktio tapahtuu aminohappojen ja pelkistävien sokereiden reagoidessa keskenään. Pelkistäviä sokereita ovat esim. fruktoosi, maltoosi ja laktoosi. Maillardin reaktiota tapahtuu hyvin monissa eri lämpötiloissa. Maillardin reaktio tapahtuu nopeimmin korkeissa lämpötiloissa kuumennettaessa, mutta Van Boekelin (2006: 231) mukaan reaktiota tapahtuu myös matalammissa lämpötiloissa. (Belitz ym. 2009; van Boekel 2006: 231; Remes 2013: 251.)

Maillardin reaktiossa syntyy tummia pigmenttejä, joita kutsutaan melanoidineiksi. Reaktiossa syntyy myös haihtuvia yhdisteitä, jotka vaikuttavat ruuan makuun, hajuun ja flavoriin. Maillardin reaktio eroaa karamelisoitumisesta ensinnäkin siten, että se tapahtuu matalammissa lämpötiloissa. Toiseksi, karamelisoitumisessa lämpöön reagoivat vain sokerit. Maillardin reaktiossa aminoryhmä toimii katalyyttinä, joten reaktio on nopeampi kuin karamelisoituminen ja yhdisteiden määrä reaktion välivaiheessa on huomattavasti suurempi. (Belitz ym. 2009: 25–26; van Boekel 2006: 231; Remes 2013: 251.)

Maillardin reaktioon vaikuttavat nopeuttaen tai hidastaen mm. vesipitoisuus, pH sekä sokereiden ja proteiinien pitoisuudet ja erilaisuudet. Esimerkiksi eri proteiineissa on erilaisia määriä eri aminohappoja, joilla on erilaisia lopputuotteita Maillardin reaktiossa, ja ne vaikuttavat makuun ja väriin kukin eri tavoin. (Belitz ym. 2009: 25; van Boekel 2006: 231–233; Remes 2013: 251)

Maillardin reaktio voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen. Alkuvaiheessa aminoryhmä reagoi yhdessä pelkistävän sokerin kanssa muodostaen Amadori-yhdisteen. Keskivaiheessa sokeri fragmentoituu ja aminoryhmä vapautuu. Viimeisessä vaiheessa muodostuu erilaisia syklisiä yhdisteitä, polymerisoitumista, hajoamista ja dehydraatiota. Aromien muodostumisen kannalta näistä loppureaktioista tärkein on Strecker-hajoaminen. (van Boekel 2006: 232; Coultate 2001: 36.) Strecker-hajoaminen on monimutkainen prosessi, jonka yksityiskohtiin ei syvennyttä tässä.

Maillardin reaktion aikaansaamat muutokset elintarvikkeessa voivat olla toivottuja tai ei-toivottuja. Ensiksi mainittuja ovat hallitut muutokset elintarvikkeen värissä ja maussa (paahtuneet aromit ja värit). Ei-toivottuja vaikutuksia ovat mm. epätoivotut värimuutokset, esimerkiksi maitojauheen muuttuminen ruskeaksi pitkän säilytyksen aikana. Maillardin reaktio voi tuottaa ruokaan myös makuvirheitä, esimerkiksi palaneen

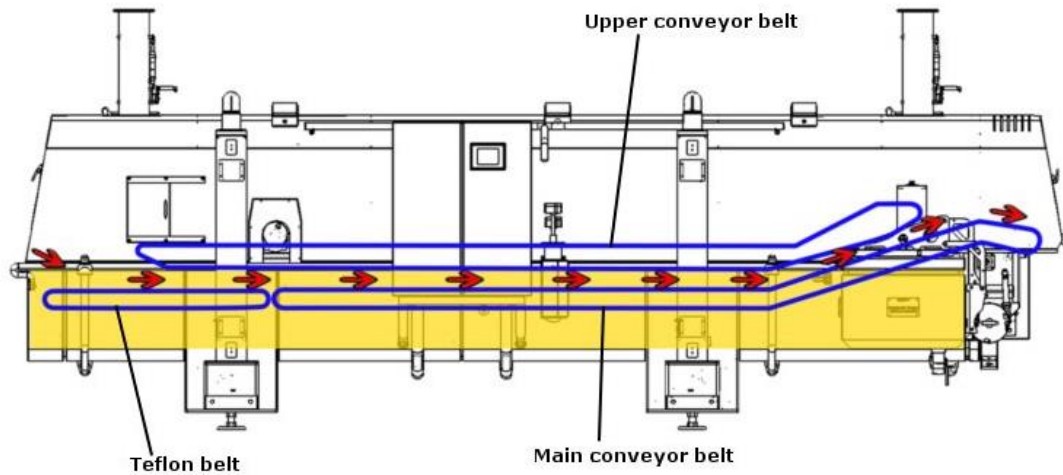
makua. Maillardin reaktiossa saattaa muodostua myös terveydelle haitallisia yhdisteitä, esimerkiksi syöpää aiheuttavaa akryyliamidia. (van Boekel 2006: 233; Coultate 2001: 35–38.)

3 Lihan paistaminen

3.1 Paistamismenetelmät teollisuudessa

Lihan paistamiseen teollisuudessa on erilaisia menetelmiä. Esimerkkejä paistamismenetelmistä ovat: paistaminen uunissa tai pannulla, pariloiminen, käristäminen, ruskistaminen, paahtaminen, infrapaistaminen, nauhapaistaminen ja uppopaistaminen öljyssä. (Leino ym. 2007: 106.)

Teollisuuden paistolaitteet voivat olla jatkuvatoimisia tai annoksittain ladattavia. Tyypillisiä jatkuvatoimisia paistomenetelmiä ovat nauhapaisto ja uppopaisto. Nauhapaistossa yleensä käytössä on säädettävät teflonpaistolinjat, joiden välissä tuotteet kulkevat. Nauhat kuumennetaan 170–220 °C lämpötilaan ja lisäksi kuumennukseen voidaan käyttää myös höyryä. Uppopaistossa tuotteet kuljetetaan n. 180-asteiseen paistoaltaaseen, missä ne kypsyvät nopeasti. (Leino ym. 2007: 106.) Kuvassa 3 (Viitattu 10.10.2017. Saatavissa <http://www.provisur.com/tst/products/fryer-tunnel>) on poikkileikkaus teollisesta jatkuvatoimisesta uppopaistolaitteesta, missä kuljettimet (teflon belt, upper conveyor belt ja main conveyor belt) siirtävät paistettavat tuotteet öljyyn ja paiston jälkeen eteenpäin linjalla.



Kuva 3. Poikkileikkaus teollisesta jatkuvatoimisesta uppopaistolaitteesta. Kuljettimet (upper conveyor belt, main conveyor belt ja teflon belt) siirtävät tuotteet paistoöljyyn ja siitä pois.

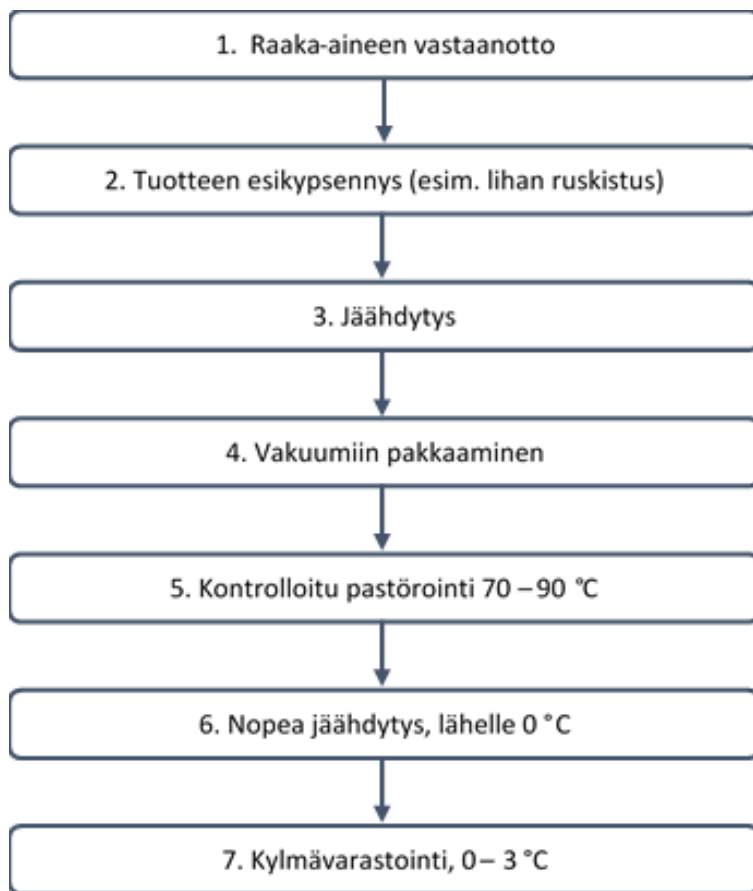
Sekä kotona, että teollisessa tuotannossa on tavoitteena saada paistaessa lihaan ruskea ja hyvänmakuinen pinta. Väriin ja makuun vaikuttaa merkittävästi Maillardin reaktio. Lihan pintalämpötila tulee saada riittävän korkeaksi, jotta Maillardin reaktio tapahtuisi. Jos esimerkiksi jauhelihaa yritetään paistaa liian matalassa lämpötilassa, se alkaa kiehua omassa nesteessään. Lihasta irtoava neste on enimmäkseen vettä, ja veden kiehumispisteessä (100 °C) ei Maillardin reaktiota vielä tapahdu. (Parkkinen ja Rautavirta. 2004: 125.)

3.2 Sous vide

Sous vide tulee ranskan kielestä ja tarkoittaa ruuan kypsentämistä tyhjiopakattuna vesihauteessa. Tuotteiden pakkausmateriaali (esim. monikerroksinen PA/PE-kalvo) kestää hyvin korkeita lämpötiloja ja estää vesihöyryn ja kaasujen kulkeutumisen tuotteisiin ja pois niistä.

Kypsennys tapahtuu nostamalla lämpö hitaasti (esim. 2 h) 70–90 °C:seen. Teollisuudessa käytetään yleensä vesihauteen sijasta autoklaavia. Kypsentämisen jälkeen tuotteet jäähdytetään hyvin nopeasti alle 3 °C:een ja pidetään tässä lämpötilassa tuotteen käyttöön asti. Tyhjiöpakkaaminen, nopea jäähdytys sekä kylmäsäilytys

ehkäisevät ruokaa pilaavien mikrobien kasvua. Kuvassa 4 esitellään kaaviona sous vide -menetelmän eri vaiheet. (Leino ym. 2007: 118–121.)



Kuva 4. Kaavio sous vide -menetelmän vaiheista (Leino ym. 2007: 119)

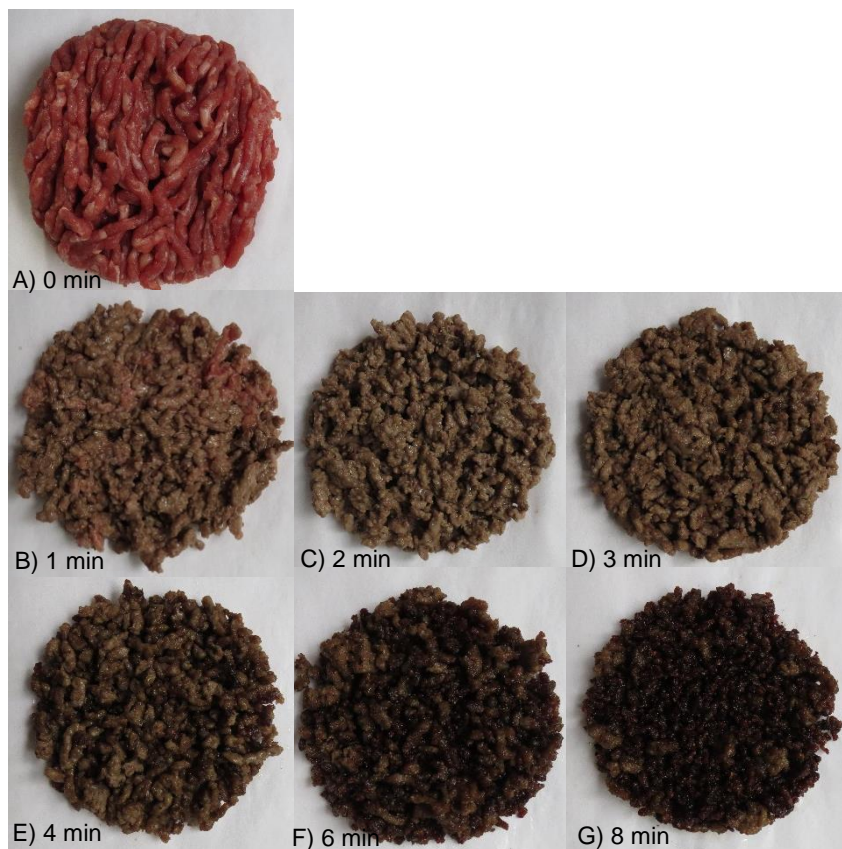
Tarjolle asetettaessa tuotteet voidaan kuumentaa pakkauksissaan höyryuunissa. Sous vide -menetelmä soveltuu hyvin lihatuotteille pienen valmistushävikin sekä aromien hyvän säilyvyyden vuoksi. Markkinoilla on useita sous vide -kypsennettyjä lihatuotteita, esim. broilerinpaistisuikaleet, broilerinjauheliha, naudanjauheliha ja kalkkunanfileesuikaleet. Myös mikrobikontaminaatoriski on hyvin pieni, koska tyhjiöpakattu tuote on hyvin suojattu siirtyessään valmistuksesta loppukäyttäjälle. Hopia ym. (2012) tähdentävät, että tuotantohygieniasta tulee kuitenkin huolehtia tarkasti. Monet mikrobit kestävät korkeita lämpötiloja ja lisääntyvät tyhjiöpakatuissa tuotteissa myös matalissa lämpötiloissa. Esimerkiksi klostridien ja basillusten itiöt selviävät kuumennuksesta ja alkavat kasvaa ja tuottaa ruokamyrkytyksiä aiheuttavia toksineja, jos jäähdytys on liian hidaskä tai säilytyslämpötila liian korkea. *Listeria monocytogenes* ei tuota itiöitä, mutta kestää kuitenkin hyvin kuumennusta. *Listeria* aiheuttaa

ruokamyrkytyksiä sekä lisää riskejä keskenmenoon, ja lisääntyy tyhjiöpakatuissa tuotteissa myös kylmissä lämpötiloissa, jopa hieman alle 0 °C:ssa. (Hopia ym. 2012; Ijäs ja Välimäki 2010: 42; Leino ym. 2007: 121; Remes 2013: 262–264.)

4 Materiaalit ja menetelmät

4.1 Esikokeet

Jauhelihan värin muuttumista paistoajan suhteen haluttiin testata esikokeilla, jotta saataisiin tietoa värin muuttumisesta paiston aikana. Esikokeet tehtiin paistamalla 10 % rasvaa sisältävää naudan jauhelihaa paistinpannalla eripituisia aikoja. Kuvassa 5 on kuvasarja värin muuttumisesta paistoajan pidentyessä.



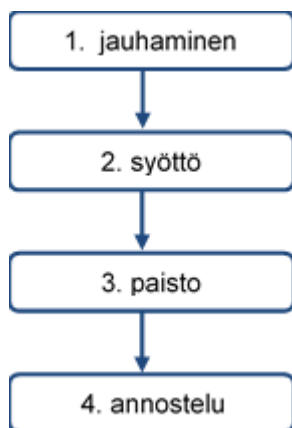
Kuva 5. Kuvasarja esikokeiden paistotuloksista. Kohdissa A–G kerrotaan jauhelihan paistoaika minuutteina.

Väriero 0 ja 1 minuutin välillä on huomattava (kohdat A ja B). Minuutin paistamisen jälkeen lihan väri on lähes kokonaan harmaa, vaikka joukossa onkin hieman vaaleanpunaista. Kahden ja kolmen minuutin paistoajoilla lihan väri on hyvin samanlainen (kohdat C ja D). Neljän minuutin paistoajalla väri alkaa tummentua (kohta E). Kuuden minuutin paistoajalla väri on muuttunut hyvin tummaksi (kohta F). Yli kahdeksan minuutin paistamisen jälkeen jauhelihan väri on hyvin tummanruskea, eikä jauheliha ole enää kelpollista syötäväksi (kohta G).

4.2 Paistolaitte

Tässä työssä tarkasteltavalla paistolaitteella paistetaan käyttövalmiita kypsiä lihoja (kuten naudan jauheliha ja kalkkunan fileesuikale), joita myydään esimerkiksi suurtalouskeittiöihin ja ravintoloihin.

Paistolaitte asennettiin linjalle, jolla on myös muita laitteita, esimerkiksi syöttölaite, monipäävaaka ja pakkauskone. Kuvassa 6 on kaavio joistain prosesseista, jotka liitettiin samaan linjaan paistolaitteen kanssa. Linjan rakennetta ei voida käsitellä tässä työssä tarkemmin yrityssalaisuuden ylläpitämisen vuoksi.



Kuva 6. Osa käyttövalmiiden kypsien lihojen valmistuksessa käytettävistä prosesseista

4.3 Aistinvarainen arviointi

Arvioinnit tehtiin yrityksen koekeittiössä, mistä löytyi kaikki tarvittava näytteiden valmistelua varten. Koekeittiössä oli hyvin valaistu ja rauhallinen ruokailutila, joka sopi hyvin arviointien tekemiseen.

Raatiin valittiin asiantuntijat yrityksen sisältä. Kaikki eivät päässeet paikalle joka kerralla, joten arviointeihin osallistui aikataulujensa mukaan vaihtelevasti 5–7 jäsentä.

Aistinvaraisessa arvioinnissa käytettiin 9-portaista semistrukturoitua luokka-asteikkoa, johon oli merkitty sanallisesti ääripäät ja keskimäinen luokka-aste (5) (Liite 1). Raati arvioi näytteistä väriä, rasvaisuuden makua sekä rakennetta suutuntuman kannalta. Värin arvioinnin ääripäät olivat liian vaalea ja liian tumma, rasvaisuuden ääripäät olivat liian rasvainen ja liian kuiva ja rakenteen ääripäät olivat liian karkea ja liian hienojakoinen. Raatia ohjeistettiin tarkastelemaan näytettä hyvässä valossa ja arvioimaan tuotteen värin poikkeamista tavoitetasosta (asteikon luku 5, tavoiteltu taso). Rasvaisuutta ja rakenteen suutuntumaa arvioitiin ottamalla näytettä haarukalla suuhun ja pureskelemalla näytettä vähintään kolme kertaa.

Yrityksen omat asiantuntijat olivat määritelleet tarkasteltavien vasteiden arvojen tavoitetasot, ja arviointien tekeminen perustui tähän asiantuntemukseen. Arvioinnit pyrittiin järjestämään Tuorilan ja Appelbyen (2005) määrittelemien periaatteiden ja ohjeiden mukaisiksi.

Kaikki näytteet valmistettiin samalla tavalla: näytteitä kuumennettiin vakuumipakkauksissa 30 minuuttia höyrykypsennysuunissa 90 °C:ssa, niin että maistotilanteessa näytteen lämpötila oli lähellä tuotteen yleistä tarjoilulämpötilaa, eli n. 60 °C.

Arviointia varten näytettä laitettiin n. 30 g valkeille kertakäyttölautasille, joihin oli merkitty kunkin näytteen koodattu kolminumeroinen tunnus. Näytteet arvioitiin satunnaistetussa järjestyksessä. Raati arvioi kerralla vain korkeintaan neljää eri näytettä, jotta aistit eivät väsyisi. Suu huuhdeltiin vedellä näytteiden välissä.

4.4 Tulosten keruu ja analysointi

Tulokset aistinvaraisen arvioinnin lomakkeista koottiin Excel-taulukkoon analysointia varten ja ne käsiteltiin anonymisti. Arvot koodattiin Excel-ohjelmalla analysointia varten uudelleen, niin että analyysissä käytetty arvo ilmaisi etäisyyden tavoiteltuun arvoon.

4.5 Koesuunnittelu

Yrityksen tavoitteena laitteen käyttöönotossa oli tarkastella parametrejä (paistoaika ja paistolämpötila), joilla laitetta voi ajaa päivittäisessä tuotannossa. Parametrejä säätämällä etsittiin parasta aistittavaa laatua värin ja rakenteen suhteen.

Hypoteesi H_0 oli, että paistolaitteen ajan ja lämpötilan säätöjen eroilla ei ole merkitsevää vaikutusta aistinvaraisesti arvioituun laatuun. Hypoteesi H_1 oli, että säätämällä laitteen paistoöljyn tavoitelämpötilaa sekä paistoaikaa voidaan saada aikaan merkitseviä eroja aistinvaraisesti arvioituun laatuun. Tavoitteena oli siis vasteen optimointi. Optimaalisia tasoja värille ja rakenteelle ei ollut etukäteen määriteltä, joten määrittelyt tehtiin ennen kokeiden aloitusta keskustellen yrityksen asiantuntijoiden kanssa.

4.5.1 Koeasetelman valinta ja tekijät

Koeasetelma pyrittiin valitsemaan siten, että kokeiden määrä pysyisi mahdollisimman pienenä ja kokeiden vasteet olisivat mahdollisimman informatiiviset. Koeasetelman valintaan vaikuttaa tekijöiden määrä ja testattavien tasojen lukumäärä. (Pasanen, 2013: 17, 30; Ketokivi 2009: 87–91.)

Koeasetelmaan valittiin aluksi neljä tekijää: raekoko, massan lämpötila, öljyn tavoitelämpötila ja paistoaika. Tavoitelämpötila on se lämpötilan lukema, joka ohjelmoidaan laitteelle paiston alkaessa. Raekokoon vaikuttavat massan jauhaminen, syöttölaite sekä reikälevy. Massan lämpötila vaihtelee välillä $-2...1$ °C. Rasvapaistossa on mahdollista säätää öljyn tavoitelämpötilaa ja paistoaikaa. Todelliseen paistolämpötilaan vaikuttavat massan alkulämpötila, syöttönopeus, öljyn kierto nopeus ja lämmönvaihtimen teho. Lisäksi paistolaitteen öljyn lämpöä mittaavat sensorit eivät sous vide -linjan prosessinhoitajan mukaan ole tarkkoja. Tekijänä käytettiin tavoitelämpötilaa, koska sitä pystytään säätämään yksiselitteisesti.

Projektin edetessä, teknisistä ja tuotannollisista syistä johtuen tekijöistä jouduttiin karsimaan pois raekoko ja massan lämpötila. Näin ollen kokeissa tekijöinä olivat öljyn tavoitelämpötila ja paistoaika.

4.5.2 Koeasetelma

Työssä tarkasteltiin laitteen paistoajan ja paistolämpötilan säätöjen muuttamisen vaikutusta tuotteen aistinvaraisesti arvioituihin ulkonäköön, rakenteeseen ja rasvaisuuteen. Kokeiden tavoitteena oli optimointi. Kokeisiin oli valittu kaksi tekijää. Koesuunnittelun klassisessa mallissa testataan jokaisen tekijän eri tasojen vaikutusta yksitellen, ja tämä vaatisi hyvin paljon erilaisia kokeita. Tavoitteena oli kuitenkin saada luotettavia tuloksia mahdollisimman pienellä koemäärällä. Kahden tekijän optimointikokeisiin Pasanen (2013 s.84) suositteli kvadraattisen mallin käyttämistä.

Ennen kokeiden aloittamista tulee päättää, kuinka monella eri tasolla tekijöitä testataan. Eri tasoja tarvitaan vähintään kaksi, mutta jos eri tasojen vaikutus on epälineaarinen, tasoja tulee olla vähintään kolme. (Pasanen 2013: 85)

Käyttämällä yhtälöä (1), voidaan laskea parametrien lukumäärä. Yhtälössä N = tekijöiden lukumäärä (Pasanen 2013: 81):

$$2N + 1 + \frac{N(N-1)}{2} \quad (1)$$

Esimerkiksi jos tekijöitä on kaksi, tarvitaan yhtälön (1) mukaan 6 koetta.

Kun tekijöiden testattavien tasojen lukumäärät ja arvot on päätetty, ne voidaan sijoittaa taulukkoon, johon kirjataan mm. testijärjestys. Testit voidaan myös satunnaistaa. Saatuja koetuloksia tarkasteltiin kokeiden jälkeen tilastollisesti, ja pyrittiin selvittämään vasteen riippuvuutta tekijöistä.

4.5.3 Koesuunnitelman toteutus

Koesuunnitelmaksi valittiin CC-suunnitelma. CC-malli muodostuu normaaleista mittauspisteistä sekä tähtipisteistä. Malliin kuuluu myös keskipistetoistot. Tähtipisteiden arvojen valintaa ohjasi paistolaitteen valittavissa olevat ääriarvot. Taulukko 2 on suunnitelman koetaulukko. Taulukossa esitellään vain koodatut arvot yrityssalaisuuden ylläpitämisen vuoksi.

Taulukko 2. CC-suunnitelman koodatut arvot

	A(°C)	B(min)
1.	-1	-1
2.	-1	1
3.	1	-1
4.	1	1
5.	0	0
6.	0	0
7.	0	0
8.	0	0
9.	0	0
10.	-1,5	0
11.	1,5	0
12.	0	-1,5
13.	0	1,5

Päävaikutusten lisäksi haluttiin tarkastella myös parittaisia yhdysvaikutuksia, sekä kvadraattisia, eli neliöllisiä vaikutuksia. Tätä varten tehtiin myös taulukko (taulukko 3).

Taulukko 3. Päävaikutusten, yhdysvaikutusten ja neliöllisten vaikutusten taulukko

	A(°C)	B(min)	A*B	A^2	B^2
1.	-1	-1	1	1	1
2.	-1	1	-1	1	1
3.	1	-1	-1	1	1
4.	1	1	1	1	1
5.	0	0	0	0	0
6.	0	0	0	0	0
7.	0	0	0	0	0
8.	0	0	0	0	0
9.	0	0	0	0	0
10.	-1,5	0	0	1	0
11.	1,5	0	0	1	0
12.	0	-1,5	0	0	1
13.	0	1,5	0	0	1

5 Tulokset ja niiden tarkastelu

5.1 Paistoajan ja paistolämpötilan vaikutus jauhelihanäytteiden aistinvaraiseen laatuun

Paistolämpötilan ja -ajan muutokset eivät aiheuttaneet tilastollisesti merkitsevää vaihtelua aistinvaraisesti arvioituihin tuloksiin. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että kyseisillä tekijöillä ei olisi ollut lainkaan vaikutusta, vaan sitä, että lopputuloksen vaihtelu on satunnaista tai siihen on voinut vaikuttaa myös muut, piiloon jääneet, tekijät. Taulukossa 4 esitellään koesuunnittelun testien tulokset koodattuina. Kuten luvussa 4.3 kerrottiin, aistinvaraisessa arvioinnissa käytettiin 9-portaista semistrukturoitua asteikkoa, missä keskikohta (5) merkitsi tavoiteltua arvoa. Raadin arvioista on laskettu keskiarvot, ja analyysissä käytetään näitä arvoja. Analysointia varten arvot on koodattu uudelleen siten että vasteen luku ilmaisee etäisyyden aistinvaraisen arvioinnin tavoitellusta arvosta. Arvioinnit ja tulosten koodaus toteutettiin Tuorilan ja Appelbyen (2005) määrittelemiä periaatteita ja ohjeita noudattaen.

Taulukko 4. Koesuunnittelun testit ja tulokset koodattuina (värin, rakenteen ja rasvaisuuden arvioinnit)

koe	A(°C)	B(min)	Väri	Rakenne	Rasvaisuus
1.	1	-1	0,80	1,20	0,90
2.	-1	1	0,75	0,25	1,25
3.	1	1	0,60	1,00	0,90
4.	-1	-1	1,00	0,57	0,71
5.	0	0	0,50	0,50	1,00
6.	0	0	0,60	0,20	0,86
7.	0	0	0,10	0,30	0,87
8.	0	0	0,40	0,80	1,05
9.	0	0	0,80	0,36	0,69
10.	1,5	0	0,20	0,40	1,40
11.	-1,5	0	0,90	0,28	0,79
12.	0	1,5	0,40	0,00	0,60
13.	0	-1,5	0,80	0,25	1,00

5.2 Regressiomallin toimivuus

Aineiston perusteella voitiin luoda malli, joka sisältää päävaikutukset, parittaiset yhdysvaikutukset ja kvadraattiset vaikutukset (yhtälö 2) (Taavitsainen 2015: 81).

Analyysin avulla voidaan tarkastella, selittääkö malli tekijöiden ja vasteen välisiä yhteyksiä.

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 \quad (2)$$

Taulukoissa 5, 6 ja 7 ovat yhteenvedot vasteiden regressioanalyyseistä. Analyysi tehtiin Excelin Tietojen analysointi -apuohjelmalla. Yhteenvedoista voidaan päätellä, että mallit eivät ole tilastollisesti merkitseviä 95 %:n merkitsevyystasolla: ANOVA-analyysin rivillä Regressio, sarakkeessa F:n tarkkuus, arvot ovat pyöristettynä kolmen desimaalin tarkkuuteen: väri: 0,136; rakenne: 0,424 ja rasvaisuus: 0,531. Kaikki arvot ovat suurempia kuin 0,05.

Taulukoiden rivillä Selitysaste R^2 kerrotaan mallien selitysaste. Mitä lähempänä selitysaste on 100:aa prosenttia, sitä tarkemmin vasteen ("y-muuttuja") arvo pystytään ennustamaan tekijöiden ("x-muuttujat") arvojen kautta (Ketokivi 2009: 102–104). Selitysasteet malleille kolmen desimaalin tarkkuudella olivat 0,637; 0,447 ja 0,390. Näistä luvuista voitiin päätellä, että tekijät siis selittivät vasteiden muutoksia hyvin matalilla tasoilla. Nämä tulokset näyttivät olevan sopusoinnussa mallien merkitsevyystasojen kanssa.

Myöskään leikkauspisteiden P-arvot eivät alittaneet arvoa 0,05. Tästä voitiin päätellä, että tekijöiden arvot eivät selitä vasteiden arvojen vaihtelua.

Taulukko 5. Regressioanalyysin yhteenvedo vasteesta väri

YHTENVETO TULOSTUS

y (väri)	
<i>Regressiotunnusluvut</i>	
Kerroin R	0,798424815
Selitysaste R^2	0,637482186
Tarkistettu selitysaste	0,37854089
Keskivirhe	0,214967584
Havainnot	13

Koefiisi: 0,25884

ANOVA

	va	NS	KN	F	F:n tarkkuus
Regressio	5	0,56883026	0,113766052	2,46188	0,13585134
Jäännös	7	0,32347743	0,046211062		
Yhteensä	12	0,89230769			

	Kertoimet	Keskivirhe	t Tunnusluvut	P-arvo	Alin 95%	Ylin 95%	Alin 95,0%	Ylin 95,0%	uusi kv	uusi t	uusi p
Leikkauspiste	0,463793103	0,08926043	5,19595413	0,00126	0,25272572	0,67486	0,252726	0,67486	0,107479	4,3152	0,022924
A(°C)	-0,16470588	0,07373327	-2,233806746	0,06063	-0,3390574	0,009646	-0,33906	0,009646	0,088783	-1,85516	0,1606
B(min)	-0,12352941	0,07373327	-1,675355059	0,13777	-0,2978809	0,050822	-0,29788	0,050822	0,088783	-1,39137	0,25834
A*B	0,0125	0,10748379	0,116296604	0,91068	-0,2416588	0,266659	-0,24166	0,266659	0,129422	0,096583	0,929148
A^2	0,126724138	0,12935065	0,979694613	0,35987	-0,1791416	0,43259	-0,17914	0,43259	0,155752	0,813629	0,475434
B^2	0,176724138	0,12935065	1,366240787	0,21413	-0,1291416	0,48259	-0,12914	0,48259	0,155752	1,134652	0,338981

Taulukko 6. Regressioanalyysin yhteenveto vasteesta rakenne

YHTEENVETO TULOSTUS

y(rakenne)

Regressiotunnusluvut	
Kerroin R	0,668702981
Selitysaste R ²	0,447163677
Tarkistettu selitysaste	0,052280589
Keskivirhe	0,333286147
Havainnot	13

Koevirhe: 0,23264

ANOVA

	va	NS	KN	F	F:n tarkkuus
Regressio	5	0,6289303	0,125786059	1,1324	0,42413216
Jäännös	7	0,77755759	0,111079656		
Yhteensä	12	1,40648789			

	Kertoimet	Keskivirhe	t Tunnusluvut	P-arvo	Alin 95%	Ylin 95%	Alin 95,0%	Ylin 95,0%	uusi kv	uusi t	uusi p
Leikkauspiste	0,332364483	0,13838954	2,401658986	0,04735	0,00512522	0,659604	0,005125	0,659604	0,096597	3,440723	0,041214
A(°C)	0,183361176	0,11431621	1,603982355	0,15275	-0,0869537	0,453676	-0,08695	0,453676	0,079794	2,297936	0,105187
B(min)	-0,10546235	0,11431621	-0,922549454	0,38694	-0,3757772	0,164853	-0,37578	0,164853	0,079794	-1,32169	0,278023
A*B	0,0303575	0,16664307	0,182170788	0,86061	-0,3636908	0,424406	-0,36369	0,424406	0,116319	0,260986	0,810994
A ²	0,25672431	0,2005455	1,28013002	0,24129	-0,2174904	0,730939	-0,21749	0,730939	0,139983	1,833971	0,16402
B ²	0,04172431	0,2005455	0,208054088	0,84111	-0,4324904	0,515939	-0,43249	0,515939	0,139983	0,298067	0,785103

Taulukko 7. Regressioanalyysin yhteenveto vasteesta rasvaisuus

YHTEENVETO TULOSTUS

y(rasvaisuus)

Regressiotunnusluvut	
Kerroin R	0,624844346
Selitysaste R ²	0,390430457
Tarkistettu selitysaste	-0,04497636
Keskivirhe	0,226896561
Havainnot	13

Koevirhe: 0,14046

ANOVA

	va	NS	KN	F	F:n tarkkuus
Regressio	5	0,23082046	0,046164091	0,8967	0,53146481
Jäännös	7	0,36037434	0,051482049		
Yhteensä	12	0,5911948			

	Kertoimet	Keskivirhe	t Tunnusluvut	P-arvo	Alin 95%	Ylin 95%	Alin 95,0%	Ylin 95,0%	uusi kv	uusi t	uusi p
Leikkauspiste	0,901990148	0,09421367	9,573877758	2,8E-05	0,67921022	1,12477	0,67921	1,12477	0,058324	15,46508	0,000587
A(°C)	0,08902521	0,07782488	1,143917114	0,29026	-0,0950014	0,273052	-0,095	0,273052	0,048179	1,847817	0,161775
B(min)	-0,00756303	0,07782488	-0,097180046	0,92531	-0,1915896	0,176464	-0,19159	0,176464	0,048179	-0,15698	0,885231
A*B	-0,13392857	0,11344828	-1,180525356	0,27635	-0,4021911	0,134334	-0,40219	0,134334	0,070232	-1,90695	0,152583
A ²	0,171034483	0,13652858	1,252737608	0,25053	-0,1518043	0,493873	-0,1518	0,493873	0,08452	2,023599	0,136182
B ²	-0,12196552	0,13652858	-0,89333325	0,40135	-0,4448043	0,200873	-0,4448	0,200873	0,08452	-1,44304	0,244711

5.3 Havaintoja paistolaitteen toiminnasta

Luvun 5.2 taulukoiden 5, 6 ja 7 tulokset siis osoittivat, että paistolaitteen öljyn tavoitelämpötilan ja paistoajan vaihtelu eivät selittäneet aistinvaraisesti arvioitujen värin, rakenteen ja rasvaisuuden vaihtelua. Regressiomalli olisi saattanut selittää vaihtelua paremmin, jos tekijöitä olisi ollut useampia. Tulokset saattaisivat olla myös erilaisia, jos parametreihin olisi voinut saada enemmän variaatiota. Tuotannollisista syistä parametrit jouduttiin valitsemaan melko pieneltä vaihteluväliltä. Ennen kokeiden aloitusta

suunnitelmissa oli myös esitestien tekeminen paistolaitteella. Niistä olisi saanut lisätietoja kokeiden suunnittelua varten. Esitesteistä jouduttiin kuitenkin käyttöönottoprojektin aikataulupaineiden vuoksi luopumaan. Sen sijaan käytettiin yrityksen sous vide -linjan prosessinhoitajan omaan ammattitaitoon pohjautuvia ylä- ja alatasoja.

6 Yhteenveto

Tämän työn teoreettisessa osassa tarkasteltiin lihan väriä, sen muutoksia sekä paistamisen vaikutusta lihan väriin. Lihan väriin vaikuttaa eniten myoglobiini ja sen muutokset ympäristön muutosten mukana. Paistaessa myoglobiini denaturoituu, ja tästä johtuu kypsennetyn lihan värin muuttuminen harmaaksi. Paistaessa tapahtuu myös Maillardin reaktio, joka muodostaa ruskeita värisävyjä ja erilaisia makuja lihan pintaan.

Tämän työn kokeellisessa osassa tarkasteltiin aistinvaraisen arvioinnin käyttämistä uuden sous vide -linjalle asennetun paistolaitteen käyttöönoton testauksen yhteydessä. Paistotesteissä käytettiin kotimaista naudanjauhelihaa, jossa oli 10 % rasvaa. Testeihin valittiin tekijöiksi paistoöljyn tavoitelämpötila ja paistoaika. Testejä varten tehtiin koesuunnitelma, jossa käytettiin ortogonaalimatriisia. Aistinvaraisesti arvioitiin paistetun, sous vide -kypsennetyn jauhelihan väriä, rakennetta, eli suutuntumaa, sekä rasvaisuuden makua.

Aistinvaraisen arvioinnin tuloksia tarkasteltiin regressioanalyysin avulla. Analyysin tunnuslukujen perusteella hypoteesi H_0 jää voimaan: tekijöiden muutosten vaikutukset vasteisiin eivät ole tilastollisesti merkitseviä. Syitä voivat olla mm. testien liian vähäinen määrä. Toistoja ei pystytty tekemään riittävästi aikataulun haasteiden vuoksi. Myös vaikutti paljon, että tekijöiden määrää jouduttiin supistamaan. Lopputulokseen vaikutti kahden testatun tekijän lisäksi myös muut asiat, ja niiden pois jättäminen testauksesta jätti pois myös hyvin paljon selittävää informaatiota.

Aistinvarainen arviointi on kuitenkin hyvin tärkeä osa elintarviketeollisuuden laaduntarkkailua, ja sen merkitystä tässäkin ei tule vähätellä. Merkittävä huomio tässä työssä on se, että paistolaitteen eräiden asetusten muutokset eivät aiheuta merkittävää vaihtelua lopputuotteeseen. Siitä voidaan esimerkiksi päätellä, että kyseinen prosessi toimii vakaasti ja sen toimintaa eivät pienet vaihtelut haittaa. Tästä työstä poisjätettyjä muuttujia olivat massan raekoko ja massan alkulämpötila. Jatkotutkimusta voisi tehdä myös näiden paistoon vaikuttavien muuttujien vaikutuksista lopputulokseen. Yrityksessä suunniteltiin myös aistinvaraisen arvioinnin käytön lisäämistä tuotannon työtehtävissä.

Lähteet

Belitz, H.-D. Grosch; W. Schieberle P. 2009. Food Chemistry. 4th revised and extended edition. Berlin: Springer.

Boekel, M.A.J.S. van. Formation of flavour compounds in the Maillard reaction. Biotechnology Advances. Volume 24. Issue 2. March - April 2006 pp. 230 – 233. Elsevier.

Boles, A. Pegg, R. 2016. Meat Color.
<http://www.cfs.purdue.edu/fn/fn453/meat%20color.pdf>. 4.8.2016. Montana State University and Saskatchewan Food Product Innovation Program. Saskatoon: University of Saskatchewan.

Brooks, J. 1935. The oxidation of haemoglobin to methaemoglobin by oxygen. II. The relation between the rate of oxidation and the partial pressure of oxygen. London: Proceedings Royal Society. Series.B. 118 (1935). pp. 560–577

Coultate, T.P. 2009. Food. The Chemistry of its Components. 5th edition. RSCPublishing.

Hopia, Anu; Pihlajaviita, Seija; Lyhs, Ulrike. 2012. Verkkoaineisto.
<<http://kehittyvaelintarvike.fi/teemajutut/sous-vide-ruuanvalmistuksen-uusi-tapa-ravintoloissa-vaatii-huolellisuutta>> Luettu 10.10.2017.

Ijäs, Tuija; Välimäki, Maija-Liisa. 2010. Tunne elintarviketekniikka. Keuruu: Otavan kirjapaino Oy.

Ketokivi, Mikko. 2009. Tilastollinen päättely ja tieteellinen argumentointi. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press.

Leino, Pertti; Kohtala, Jari; Kymäläinen, Seppo; Tarvainen Jukka; Henriksson, Jan; 2007. Liha-alan ammattioppi. Helsinki: Edita Prima Oy.

Mancini, R.A. Hunt, M.C. 2005. Current research in meat color. Meat Science. Volume 71, Issue 1, September 2005. ss. 100–121. Elsevier

McGee, H. 2004. On food and cooking. The science and lore of the kitchen. Scribner. New York

Parkkinen, Kirsti & Rautavirta, Kaija. 2004. Utelias kokki. Elintarviketietoa ruoanvalmistajalle. 3. painos. Helsinki: Restamark Oy.

Pasanen, Ossi. 2013. Koesuunnittelu ja tilastollinen laadunvarmistus. Luentokalvot. Vantaa: Metropolia ammattikorkeakoulu.

Provisur. 2017. Verkkosivusto. <<http://www.provisur.com/tst/products/fryer-tunnel>>
Luettu 10.10.2017

Remes, Mika. (toim.) 2013. Liha: Kaikki lihasta laitumelta lautaselle. Readme.fi. Porvoo

Suman, S.P. Nair, M. N. Joseph, P. Hunt, M. C. 2016. Factors influencing internal color of cooked meats. Meat Science. Volume 120, October 2016 pp. 133-144. Elsevier

Taavitsainen, Veli-Matti. 2015. Koesuunnittelun kurssi. Luentokalvot. Vantaa: Metropolia ammattikorkeakoulu.

Tuorila Hely & Appelbye Ulla (toim.) 2005. Elintarvikkeiden aistinvaraiset tutkimusmenetelmät. Helsinki: Yliopistopaino.

Liite 1. Aistinvaraisen arvioinnin lomake

Aistinvarainen arviointi

Näyte: _____

Ympyröi se numeroarvo, joka mielestäsi parhaiten kuvaa näytettä

Väri

Tarkastele näytettä hyvässä valaistuksessa, ja arvioi näytteen väriä.



Huomioita:

Suutuntuma/rakenne

Pureskele näytettä kolme kertaa, ja arvioi sen rakennetta.



Huomioita:

Rasvaisuus

Pureskele näytettä kolme kertaa, ja arvioi sen rasvaisuutta.



Huomioita:
